

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Егорова Максима Сергеевича на тему: «Научно-технологические принципы межчастичного сращивания спеченных и горячедеформированных порошковых сталей, модифицированных ультрадисперсными частицами», представленной на соискание учёной степени доктора технических наук по специальности 2.6.5. Порошковая металлургия и композиционные материалы

Технология горячей штамповки пористых заготовок (ГШПЗ) обеспечивает возможность получения высокоплотных порошковых материалов и изделий на их основе с минимальным объемом последующей механической обработки. Одна из главных проблем получения изделий различного функционального назначения методом ГШПЗ заключается в их повышенной склонности к развитию хрупкого разрушения в процессе испытаний и эксплуатации, что связано в ряде случаев с неудовлетворительным качеством межчастичного сращивания.

Термин «межчастичное сращивание» был предложен в работах Дорофеева Ю.Г. и Попова С.Н. [Дорофеев, Ю.Г. Исследование сращивания металлов при динамическом горячем прессовании / Ю.Г. Дорофеев, С.Н. Попов // Порошковая металлургия. – 1971. – № 2. – С. 44 – 51]. Смысловая нагрузка термина «межчастичное сращивание» заключается в необходимости возникновения и развития когезионных и/или адгезионных связей на межчастичных поверхностях на различных технологических этапах получения горячедеформированных порошковых материалов (ГДПМ). В качестве синонима в отечественной и зарубежной литературе используются термины: схватывание, спекание, когезия, адгезия, сварка, соединение (joining), контактное взаимодействие и др.

Межчастичное разрушение является одной из основных причин брака порошковых технологий. При длительном высокотемпературном воздействии на порошковый материал в процессе спекания формирование связей завершается, поэтому сращивание не является лимитирующим фактором в материалах, получаемых по технологии прессования – спекания. В случае кратковременного термомодеформационного воздействия, характерного для технологии ГШПЗ, влияние сращивания на формирование структуры и свойств ГДПМ становится определяющим. Неудовлетворительное качество межчастичного сращивания при ГШПЗ обуславливает формирование дефектов в процессе выполнения последующих операций термического упрочнения.

Одна из главных проблем при формировании межчастичного сращивания в порошковых материалах заключается в наличии примесей, локализованных как в объеме, так и на поверхности частиц исходных порошков. Наличие примесей на межчастичных поверхностях препятствует формированию связей. До настоящего времени большинство работ по улучшению условий формирования межчастичного сращивания при ГШПЗ были связаны с оптимизацией схемы горячей деформации и температурно-временных режимов ее проведения. В ряде последних работ, выполненных в ЮРГПУ (НПИ), было показано, что микролегирование ГДПМ на основе железа некоторыми элементами и соединениями способствует улучшению качества межчастичного сращивания и повышению значений структурно чувствительных свойств и их стабильности: низкотемпературной трещиностойкости, ударной вязкости, термостойкости, ударостойкости, выносливости в условиях воздействия циклических и контактных нагрузок.

Несмотря на определенные положительные результаты, полученные при изучении процессов межчастичного сращивания в ГДПМ, проблема оптимизации технологических условий их производства с целью снижения вероятности интеркристаллитного разрушения еще далека от своего разрешения. Одним из перспективных направлений решения данной проблемы может являться модифицирование порошкового материала ультрадисперсными частицами оксидов и нитридов. В этом плане целесообразным является проведение теоретических и экспериментальных исследований по разработке научно-

технологических принципов формирования межчастичного сращивания ГДПМ, модифицированных ультрадисперсными частицами оксидов и нитридов, на различных этапах технологического передела, что определяет актуальность диссертационной работы Егорова М.С.

Корректная постановка проблемы обусловила научную и практическую значимость полученных результатов. Следует отметить, что еще в конце 70-х г.г. прошлого столетия в совместной работе отечественных ученых – М.Ю. Бальшина и С.С. Кипарисова – дальнейшее развитие научных основ консолидации порошковых материалов связывалось с необходимостью более широкого изучения контактных явлений [Бальшин, М.Ю. Основы порошковой металлургии / М.Ю. Бальшин, С.С. Кипарисов. – М.: Металлургия, 1978. – 184 с.].

Автором установлены закономерности образования контактной поверхности с внутрикристаллитным сращиванием при формировании спеченных и горячедеформированных порошковых сталей: формирование внутрикристаллитного сращивания заключается в трансформации контактной поверхности в высокоугловую границу по механизмам поверхностной диффузии при спекании и миграции межчастичной поверхности сращивания при горячей допрессовке. Предложен критерий формирования межчастичного сращивания – доля контактного сечения с внутрикристаллитным сращиванием.

Проведена дифференциация влияния модифицирования порошковых сталей ультрадисперсными частицами нитрида кремния Si_3N_4 и оксида никеля NiO на их уплотняемость: твердые частицы Si_3N_4 ухудшают уплотняемость, поскольку внедряются в железо и препятствуют пластической деформации, а частицы NiO её улучшают в результате заполнения микропор.

Выявлен механизм межчастичного контактного взаимодействия при горячей допрессовке пористых заготовок, обеспечивающий формирование внутрикристаллитного сращивания, который заключается в миграции межчастичной поверхности с отрывом ее от включений второй фазы и микропор, приводящий к выравниванию концентраций примесных и легирующих элементов. Показано, что введение ультрадисперсных частиц позволяет управлять процессом структурообразования на стадии развития контактной поверхности путем изменения соотношения движущей силы миграции межчастичной поверхности к силе её торможения.

Положительной оценки заслуживает практическая часть работы, связанная с разработкой экономически эффективной технологии производства изделий машиностроительного назначения из железных порошков различных систем легирования, являющейся конкурентоспособной по отношению к традиционным способам их изготовления. Определены технологические режимы горячей допрессовки пористых заготовок, модифицированных ультрадисперсными частицами нитрида кремния и оксида никеля, обеспечивающие формирование горячедеформированных сталей с внутрикристаллитным сращиванием на всей контактной поверхности без дополнительной пластической деформации.

Представленные результаты достоверны, поскольку теоретические исследования выполнялись с использованием базовых положений и фундаментальных основ порошкового и традиционного материаловедения, а экспериментальные – с применением стандартных и оригинальных методик, современной технологической и аналитической аппаратуры.

Замечания:

1. Отсутствуют результаты определения структурно-чувствительных свойств, уровень которых зависит от качества межчастичного сращивания, в частности, – выносливости и низкотемпературной трещиностойкости. Представляется, что проведение корреляции между предложенным автором критерием формирования внутрикристаллитного сращивания спеченных и горячедеформированных порошковых сталей и указанными характеристиками повысило бы аргументированность соответствующих научных положений работы.

2. Не приведена методика определения удельной работы уплотнения для достижения беспористого состояния (таблица 3, с. 22).

Указанные замечания не затрагивают основных положений рецензируемой работы и не сказываются на её общей положительной оценке. Диссертация Егорова М.С. является научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технологические решения по получению спеченных и горячедеформированных порошковых сталей, модифицированных ультрадисперсными частицами, обладающих нетривиальным сочетанием физико-механических и эксплуатационных свойств, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие страны.

Считаю, что представленная работа содержит научную новизну, практическую ценность и удовлетворяет требованиям п. 2.2 Положения о порядке присуждения ученых степеней в Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС», а ее автор, Егоров Максим Сергеевич, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.6.5. Порошковая металлургия и композиционные материалы.

Заслуженный деятель науки РФ,
доктор технических наук (н. специальность
05.16.06 – Порошковая металлургия и композиционные материалы),
профессор, профессор кафедры «Технология машиностроения,
технологические машины и оборудование»
ФГБОУ ВО «Южно-Российский государственный политехнический
университет (НПИ) имени М.И. Платова»
346428, Ростовская область, г. Новочеркасск, ул. Просвещения, д.132;
Тел. +7 (8635) 255 486. E-mail: dvyu56.56@mail.ru.



Дорофеев Владимир Юрьевич

Подпись д. т. н., проф. Дорофеева Владимира Юрьевича заверяю:

Учёный секретарь
ученого совета
ЮРГПУ (НПИ)




Холодкова Нина Николаевна